

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-299103

(43)Date of publication of application : 17.10.2003

(51)Int.Cl.

H04N 7/32
H03M 7/30
H03M 7/36
// H04N 5/92

(21)Application number : 2002-097892

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 29.03.2002

(72)Inventor : KOTO SHINICHIRO
NAKAJO TAKESHI
KIKUCHI YOSHIHIRO

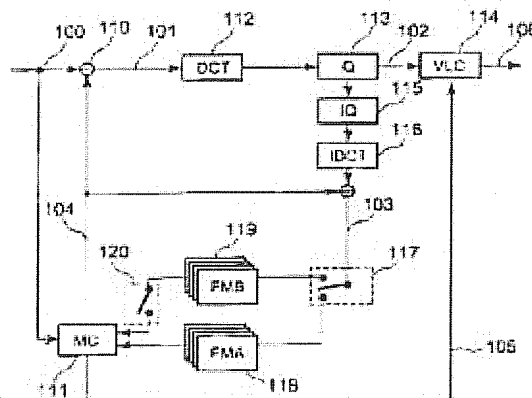
(54) MOVING PICTURE ENCODING AND DECODING PROCESSES AND DEVICES THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to perform a fast-forward replay with high encoding efficiency and a higher degree of freedom of decoding in encoding and decoding the moving pictures using motion-compensated prediction coding.

SOLUTION: Encoding target frames are separated into a prediction group of one layer among prediction groups of a plurality of layers to which a plurality of reference frames each belong (S11), and then the motion-compensated prediction coding is performed by using a reference frame belonging to the prediction group of at least one of lower layers than that into which the encoding target frames have been separated (S12).

Finally, a first identifying information showing the prediction group of the layer into which the coding target frames have been separated, and a second identifying information showing the reference frame used for the motion-compensated prediction coding, are output as coding data together with the results of the motion-compensated prediction coding that the coding target frames have been subjected to (S14 to S15).



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-299103
(P2003-299103A)

(43)公開日 平成15年10月17日(2003.10.17)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 7/32		H 0 3 M 7/30	A 5 C 0 5 3
H 0 3 M 7/30		7/36	5 C 0 5 9
7/36		H 0 4 N 7/137	Z 5 J 0 6 4
// H 0 4 N 5/92		5/92	H

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2002-97892(P2002-97892)

(22)出願日 平成14年3月29日(2002.3.29)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者 古藤 晋一郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 中條 健

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

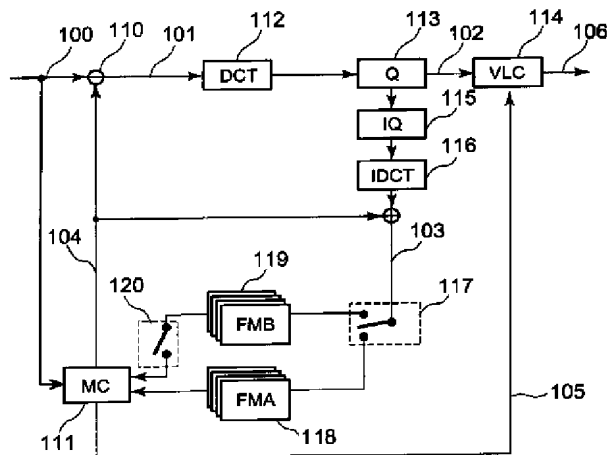
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動画像符号化方法及装置及び動画像復号化方法及装置

(57)【要約】

【課題】動き補償予測フレーム間符号化を用いた動画像の符号化及び復号化において、符号化効率が高く、また復号化側でより自由度の高い早送り再生を可能とする。

【解決手段】符号化対象フレームを複数の参照フレームがそれぞれ属する複数階層の予測グループのうちの何れかの階層の予測グループに振り分け(S11)、符号化対象フレームが振り分けられた階層以下の少なくとも一つの階層の予測グループに属する参照フレームを用いて動き補償予測フレーム間符号化を行い(S12)、符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループを示す第1の識別情報及び動き補償予測フレーム間符号化に使用された参照フレームを示す第2の識別情報を、該符号化対象フレームに対する動き補償予測フレーム間符号化の結果と共に符号化データとして出力する(S14～S15)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 動画像の符号化対象フレームに対して、少なくとも一つの復号化済みフレームを参照フレームとして用いる動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化処理を行う動画像符号化方法であって、前記符号化対象フレームを複数の参照フレームがそれぞれ属する複数階層の予測グループのうちの何れかの階層の予測グループに振り分け、前記符号化対象フレームが振り分けられた階層以下の少なくとも一つの階層の予測グループに属する前記参照フレームを用いて前記動き補償予測フレーム間符号化を行う動画像符号化方法。

【請求項 2】 動画像の符号化対象フレームに対して、少なくとも一つの復号化済みフレームを参照フレームとして用いる動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化処理を行う動画像符号化方法であって、前記符号化対象フレームを複数の参照フレームがそれぞれ属する複数階層の予測グループのうちの何れかの階層の予測グループに振り分け、前記符号化対象フレームが振り分けられた階層以下の少なくとも一つの階層の予測グループに属する前記参照フレームを用いて前記動き補償予測フレーム間符号化を行い、前記符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループを示す第 1 の識別情報及び前記動き補償予測フレーム間符号化に使用された参照フレームを示す第 2 の識別情報を、該符号化対象フレームに対する前記動き補償予測フレーム間符号化の結果と共に符号化データとして出力する動画像符号化方法。

【請求項 3】 前記複数階層の予測グループにそれぞれ属する前記参照フレームの最大フレーム数を予め前記予測グループ毎に個別に定める請求項 1 または 2 に記載の動画像符号化方法。

【請求項 4】 前記複数階層の予測グループにそれぞれ属する前記参照フレームの最大フレーム数の総和を一定とし、前記各予測グループに配分する参照フレーム数を示す情報を前記第 1 の識別情報と第 2 の識別情報及び前記動き補償予測フレーム間符号化の結果と共に符号化データとして出力する請求項 2 に記載の動画像符号化方法。

【請求項 5】 前記符号化処理として、前記符号化対象フレームのフレーム毎にフレーム内符号化、前方予測フレーム間符号化及び両方向予測フレーム間符号化に切り替えて行い、

前記フレーム内符号化及び前方予測フレーム間符号化を行う符号化対象フレーム及び該符号化対象フレームに対応する前記参照フレームを第 1 階層の予測グループに振り分け、前記両方向予測フレーム間符号化を行う符号化対象フレーム及び該符号化対象フレームに対応する前記参照フレームを該第 1 階層よりも上位の第 2 階層の予測グループに振り分ける請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか

1 項記載の動画像符号化方法。

【請求項 6】 動画像の符号化対象フレームに対して動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化処理を行って得られた符号化データを復号化して動画像を再生する動画像復号化方法であって、前記符号化データに含まれる前記符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループを示す第 1 の識別情報及び前記動き補償予測フレーム間符号化に使用された参照フレームを示す第 2 の識別情報を復号化し、復号化された前記第 1 の識別情報及び第 2 の識別情報に従って、前記符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループ又はそれより下位の階層の予測グループに属する少なくとも一つの参照フレームを選択し、選択した参照フレームを用いて前記符号化データに含まれる前記動き補償予測フレーム間符号化の結果を復号化する動画像復号化方法。

【請求項 7】 動画像の符号化対象フレームに対して、少なくとも一つの復号化済みフレームを参照フレームとして用いる動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化処理を行う動画像符号化装置であって、前記符号化対象フレームを複数の参照フレームがそれぞれ属する複数階層の予測グループのうちの何れかの階層の予測グループに振り分ける手段と、前記符号化対象フレームが振り分けられた階層以下の少なくとも一つの階層の予測グループに属する前記参照フレームを用いて前記動き補償予測フレーム間符号化を行う手段と、前記符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループを示す第 1 の識別情報及び前記動き補償予測フレーム間符号化に使用された参照フレームを示す第 2 の識別情報を、該符号化対象フレームに対する前記動き補償予測フレーム間符号化の結果と共に符号化データとして出力する手段とを具備する動画像符号化装置。

【請求項 8】 動画像の符号化対象フレームに対して動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化処理を行って得られた符号化データを復号化して動画像を再生する動画像復号化装置であって、前記符号化データに含まれる前記符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループを示す第 1 の識別情報及び前記動き補償予測フレーム間符号化に使用された参照フレームを示す第 2 の識別情報を復号化する手段と、復号化された前記第 1 の識別情報及び第 2 の識別情報に従って、前記符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループ又はそれより下位の階層の予測グループに属する少なくとも一つの参照フレームを選択する手段と、選択した参照フレームを用いて前記符号化データに含まれる前記動き補償予測フレーム間符号化の結果を復号化する手段とを具備する動画像復号化装置。

【請求項 9】動画像の符号化対象フレームに対して、少なくとも一つの復号化済みフレームを参照フレームとして用いる動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化処理をコンピュータに行わせるためのプログラムであって、

前記符号化対象フレームを複数の参照フレームがそれぞれ属する複数階層の予測グループのうちの何れかの階層の予測グループに振り分ける処理と、

前記符号化対象フレームが振り分けられた階層以下の少なくとも一つの階層の予測グループに属する前記参照フレームを用いて前記動き補償予測フレーム間符号化を行う処理と、

前記符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループを示す第 1 の識別情報及び前記動き補償予測フレーム間符号化に使用された参照フレームを示す第 2 の識別情報を、該符号化対象フレームに対する前記動き補償予測フレーム間符号化の結果と共に符号化データとして出力する処理とを前記コンピュータに行なわせるためのプログラム。

【請求項 10】動画像の符号化対象フレームに対して動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化処理を行って得られた符号化データを復号化して動画像を再生する処理をコンピュータに行わせるためのプログラムであって、

前記符号化データに含まれる前記符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループを示す第 1 の識別情報及び前記動き補償予測フレーム間符号化に使用された参照フレームを示す第 2 の識別情報を復号化する処理と、

復号化された前記第 1 の識別情報及び第 2 の識別情報に従って、前記符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループ又はそれより下位の階層の予測グループに属する少なくとも一つの参照フレームを選択する処理と、

選択した参照フレームを用いて前記符号化データに含まれる前記動き補償予測フレーム間符号化の結果を復号化する処理とを前記コンピュータに行わせるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術の分野】本発明は、動き補償予測フレーム間符号化を用いた動画像符号化方法及装置及び動画像復号化方法及装置に関する。

【0002】

【従来の技術】動画像の圧縮符号化技術として、MPEG 1 (ISO/IEC11172-2)、MPEG 2 (ISO/IEC13818-2)、MPEG 4 (ISO/IEC14496-2)などが広く実用化されている。これらの動画像符号化方式では、フレーム内符号化（イントラ符号化）、前方予測フレーム間符号化及び両方向予測フレーム間符号化の組み合わせによる符号化が

行われ、これらの符号化モードで符号化されるフレームはそれぞれ I ピクチャ、P ピクチャ及び B ピクチャと呼ばれる。P ピクチャは直前の P または I ピクチャを参照フレームとして符号化され、B ピクチャは直前及び直後の P または I ピクチャを参照フレームとして符号化される。前方予測フレーム間符号化及び両方向予測フレーム間符号化は、動き補償予測フレーム間符号化と呼ばれる。

【0003】MPEG 方式による動画像の符号化データを早送り再生する場合は、参照フレームを必要としない I ピクチャのみを再生するか、あるいは B ピクチャが参照フレームとして用いられないという性質を利用し、B ピクチャを飛ばして I ピクチャ及び P ピクチャのみを復号化する方法が一般的である。しかし、I ピクチャのみを再生する場合、I ピクチャの周期が長いと、高速な早送りは実現できるものの、滑らかな早送り再生が出来ない。I ピクチャ及び P ピクチャを用いた早送りでは、P ピクチャにフレーム間予測符号化が用いられているため、全ての I ピクチャ及び P ピクチャの復号化を行う必要があり、早送り速度を自由に変更することが困難となる。

【0004】また、従来の MPEG 方式の動画像符号化では、B ピクチャは参照フレームとして用いられないため、複数の B ピクチャが連続する予測構造の場合、B ピクチャの符号化において時間的に離れた P ピクチャを参照フレームとせざるを得ず、B ピクチャの符号化効率が低下するという問題がある。一方、復号化された B ピクチャを P ピクチャにおける参照フレームとして用いる構成とすると、上述の B ピクチャを飛ばした早送り再生時にも、B ピクチャを含む全てのフレームを復号化することが必要となり、効率的に早送り再生を行うことが困難となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、MPEG のように動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化によって得られた動画像符号化データについて早送り再生を行う場合、I ピクチャのみを再生すると滑らかな早送りを自由な再生速度で行うことが難しく、また B ピクチャを復号化せずにスキップした早送り再生を行う場合は、復号化された B ピクチャを参照フレームとして用いることが困難であり、B ピクチャが連続した予測構造では、符号化効率が低下するという問題があった。

【0006】本発明の目的は、動き補償予測フレーム間符号化を用いた動画像の符号化及び復号化において、符号化効率が高く、また復号化側でより自由度の高い早送り再生を可能とすることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明は動画像の符号化対象フレームに対して、少なくとも一つの復号化済みフレームを参照フレームとし

て用いる動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化処理を行う動画画像符号化において、フレーム間予測構造を複数の階層化された予測グループ構造とし、符号化対象フレームを複数の参照フレームがそれぞれ属する複数階層の予測グループのうちの何れかの階層の予測グループに振り分け、符号化対象フレームが振り分けられた階層以下の少なくとも一つの階層の予測グループに属する参照フレームを用いて動き補償予測フレーム間符号化を行う。

【0008】また、符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループを示す第1の識別情報及び動き補償予測フレーム間符号化に使用された参照フレームを示す第2の識別情報を、該符号化対象フレームに対する動き補償予測フレーム間符号化の結果と共に符号化データとして出力する。

【0009】一方、動画画像の符号化対象フレームに対して動き補償予測フレーム間符号化を含む符号化処理を行って得られた符号化データを復号化して動画画像を再生する動画画像復号化においては、符号化データに含まれる符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループを示す第1の識別情報及び動き補償予測フレーム間符号化に使用された参照フレームを示す第2の識別情報を復号化し、復号化された第1の識別情報及び第2の識別情報に従って、符号化対象フレームが振り分けられた階層の予測グループ又はそれより下位の階層の予測グループに属する少なくとも一つの参照フレームを選択し、選択した参照フレームを用いて符号化データに含まれる動き補償予測フレーム間符号化の結果を復号化する。

【0010】このように各階層の予測グループに振り分けられた符号化対象フレームは、該階層以下の予測グループに属する参照フレームを用いて動き補償予測フレーム間符号化が行われることにより、復号化に際しては上位階層の予測グループに属する符号化対象フレームの符号化結果を復号化することなしに、正常に復号化することが可能となる。従って、復号化する予測グループの最上位階層を変化させることで、復号化されるフレーム数を変化させることが可能となり、階層に応じて再生されるフレームレートを可変としたり、あるいは復号化したフレームの表示フレームレートを変更することで、速度可変の早送り再生を行うことなどが容易に実現できる。また、特定の階層以下の符号化データのみを選択して送出することで、伝送帯域に応じたビットレート可変のストリーミングを行うことも可能となる。

【0011】この場合、複数階層の予測グループにそれぞれ属する前記参照フレームの最大フレーム数を予め前記予測グループ毎に個別に定めておき、この最大参照フレーム数に従って、各階層の予測グループの参照フレームのメモリ管理を行うようにしてもよい。

【0012】このようにすると、復号化に必要な参照フレームの最大フレーム数を、復号化する最上位階層

の予測グループ以下の予測グループにおける最大参照フレーム数の総和から一意に決定できる。従って、動画画像復号化において限られたメモリ資源の中で、復号化可能な予測グループの最上位階層が一意に求められ、また上述したように復号化する予測グループの最上位階層を変化させて早送り再生や伝送ビットレートを変更する際に、復号化で用いる参照メモリの必要最小限の量を一意に決定することができ、復号化時の必要最小限のメモリ確保を容易に行うことが可能となる。

10 【0013】さらに、複数階層の予測グループにそれぞれ属する参照フレームの最大フレーム数の総和を一定とし、該最大フレーム数を示す情報を第1の識別情報と第2の識別情報及び動き補償予測フレーム間符号化の結果と共に符号化データとして出力し、各階層の予測グループの参照フレームのメモリ管理を行うようにしてもよい。

20 【0014】このようにすると、総容量が固定の参照メモリを各階層の予測グループに動的に配分させることが可能となるため、動画画像信号の性質の変化に応じて各階層の予測グループの参照メモリ数の比が最適になるように動的にフレームメモリを配分することで、符号化効率を向上させることが可能となる。また、総参照フレーム数が一定であるため、符号化及び復号化に必要な参照フレーム数は常に固定量を確保すればよく、メモリ管理を容易にすることができる。さらに、各階層の予測グループに属する参照フレーム数を示す情報をヘッダ情報として符号化することで、符号化側と復号化側で各階層の予測グループの参照フレーム数を一致させることが可能となり、各階層の予測グループの動的な参照フレーム数の変化が発生しても、破綻無く復号化することが可能となる。

30 【0015】さらに、符号化処理として符号化対象フレームのフレーム毎にフレーム内符号化、前方予測フレーム間符号化及び両方向予測フレーム間符号化に切り替えを行い、フレーム内符号化及び前方予測フレーム間符号化を行う符号化対象フレーム及び該符号化対象フレームに対応する参照フレームを第1階層の予測グループに振り分け、両方向予測フレーム間符号化を行う符号化対象フレーム及び該符号化対象フレームに対応する参照フレームを該第1階層よりも上位の第2階層の予測グループに振り分けるようにしてもよい。

40 【0016】このようにすると、従来のMPEG等の符号化と同様に、Iピクチャのみ、あるいはIピクチャ及びPピクチャのみを復号化する早送り再生を、Bピクチャを復号化すること無しに行うことが可能となる。さらに、Bピクチャにおいては復号化されたIピクチャまたはPピクチャに加えて、さらに1つまたは複数の復号化されたBピクチャも参照フレームとして用いることが可能となり、Bピクチャの予測効率を従来よりも改善することが可能となる。

【0017】さらに、本発明によると上述した動画像符号化及び動画像復号化の処理をコンピュータに行わせるためのプログラムを提供することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施形態について説明する。

（符号化側について）図1は、本実施形態に係る動画像符号化装置の構成を示すブロック図である。図2は、動き補償予測フレーム間符号化に関する概略的な手順を示すフローチャートである。図1に示す動画像符号化装置は、ハードウェアで実現してもよいし、コンピュータを用いてソフトウェアにより実行してもよい。一部の処理をハードウェアで実現し、他の処理をソフトウェアにより行ってもよい。

【0019】本実施形態は、従来のMPEG方式に代表されるような、動き補償予測と直交変換及び可変長符号化を組み合わせた動画像符号化をベースとしている。以下の説明では、予測グループが2階層の場合について説明する。

【0020】フレーム毎に入力される動画像信号100（符号化対象フレーム）は、まず動き補償予測器111によって2階層の予測グループのうちの何れかの階層の予測グループに振り分けられる（ステップS11）。次に、符号化対象フレームが振り分けられた階層以下の少なくとも一つの階層の予測グループに属する少なくとも一つの参照フレームとして動き補償予測フレーム間符号化が行われる（ステップS12）。

【0021】各階層の予測グループに対する符号化対象フレームの振り分けは、例えば偶数フレームは第1階層の予測グループ、奇数フレームは第2階層の予測グループといったように、時間方向で変化するように行われる。各階層の予測グループに属する参照フレームも、参照フレームとなる符号化済みフレームの元となった符号化対象フレームが属する予測グループに応じて決定される。すなわち、ある符号化対象フレームがある階層の予測グループに振り分けられるとすると、その符号化対象フレームを符号化し局部復号化して得られた符号化済みフレームも、同じ階層の予測グループに属する。ステップS11～S12の処理は、具体的には次のようにして行われる。

【0022】上述のように第1階層及び第2階層の予測グループには、予め複数の符号化済みフレームが参照フレームとして属している。符号化済みフレームを参照フレームとして一時保存するために、二組の参照メモリセット118、119が用意されている。第1の参照メモリセット118には、既に符号化され且つ復号化された複数の動画像フレーム（これらを符号化済みフレームという）のうち、第1階層の予測グループに属する複数の符号化済みフレームが参照フレームとして一時保存されている。第2の参照メモリセット119には、複数の符

号化済みフレームのうち、第2階層の予測グループに属する複数の符号化済みフレームが参照フレームとして一時保存されている。

【0023】第1階層の予測グループに振り分けられた符号化対象フレームは、第1の参照メモリセット118に保存されている、第1階層の予測グループに属する参照フレームを用いて動き補償予測フレーム間符号化が行われる。一方、第2階層の予測グループに振り分けられた符号化対象フレームは、第1及び第2の参照メモリセット118、119に保存されている、第1及び第2階層の予測グループ両方に属する参照フレームを用いて動き補償予測フレーム間符号化が行われる。

【0024】動き補償予測フレーム符号化について具体的に説明すると、まず入力動画像信号100である符号化対象フレームが第1階層の予測グループに属する場合、第1の参照メモリセット118に一時保存されている一つまたは複数の参照フレームが読み出され、動き補償予測器111に入力される。このときスイッチ120はオフ状態にあり、第1の参照メモリセット119からの参照フレームは動き補償予測器111に入力されない。動き補償予測器111では、第1の参照メモリセット118から読み出される一つまたは複数の参照フレームを用いて動き補償予測が行われることにより、予測画像信号104が生成される。予測画像信号104は減算器110に入力され、ここで入力動画像信号100に対する予測画像信号104の誤差信号である予測誤差信号101が生成される。

【0025】入力動画像信号100である符号化対象フレームが第2階層の予測グループに属する場合、スイッチ120はオン状態にあり、第1の参照メモリセット118及び第2の参照メモリセット119に一時保存されている一つまたは複数の参照フレームが読み出され、動き補償予測器111に入力されることにより、上記と同様に動き補償予測器111により予測画像信号104が生成され、さらに減算器110によって予測誤差信号101が生成される。

【0026】予測誤差信号101は、DCT変換器112により離散コサイン変換され、これによって得られたDCT係数が量子化器113により量子化される。量子化されたDCT係数データ102は二分岐され、一方において可変長符号化器114により符号化される。量子化され二分岐されたDCT係数データ102は、他方において逆量子化器115及び逆DCT変換器116を経て予測誤差信号として再生される。この再生された予測誤差信号が予測画像信号104と加算されることにより、局部復号化画像信号103が生成される。

【0027】局部復号化画像信号103である符号化済みフレームは、該符号化済みフレームの元となった入力動画像信号100である符号化対象フレームに振り分けられた階層の予測グループに応じて第1及び第2の参照

10

20

30

40

50

メモリセット 118, 119 のいずれかに一時保存される (ステップ S13)。すなわち、符号化済みフレームは該符号化済みフレームの元となった符号化対象フレームが第 1 階層の予測グループに属する場合には、第 1 の参照メモリセット 118 に一時保存され、該符号化対象フレームが第 2 階層の予測グループに属する場合には、第 2 の参照メモリセット 119 に一時保存される。

【0028】動き補償予測器 111 からは、動き補償予測のために用いた動きベクトルと、符号化対象フレームが所属する予測グループを識別するインデックス (第 1 の識別情報)、及び動き補償予測フレーム間符号化に使用した参照フレームを特定するインデックス (第 2 の識別情報) を含むいわゆるサイド情報 105 が出力され、可変長符号化器 114 によって符号化される (ステップ S14)。この場合、予測グループを識別するインデックスは、例えば予測構造を表すピクチャタイプとして符号化され、参照フレームを特定するインデックスはマクロブロック毎に符号化される。

【0029】これらのサイド情報は、動き補償予測フレーム間符号化の結果である量子化された DCT 係数データと共に可変長符号の符号化データ 106 として出力される (ステップ S15)。例えば、サイド情報は符号化データ 106 にヘッダ情報として符号化される。さらに、各階層の予測グループに属する参照フレーム数の総和を予め規定して、各階層の予測グループに割り当てる参照フレームの最大フレーム数を設定する後述の第 2 の参照フレーム数設定方法を採用した場合には、該最大フレーム数を示す情報も符号化データ 106 のヘッダ情報として符号化される。符号化データ 106 は、図示しない蓄積媒体や伝送媒体に送出される。

【0030】参照メモリセット 118, 119 では、新しい復号化済みフレームが参照フレームとして順次書き込まれ、また時間的に最も古い参照フレームから順次削除される、いわゆる F I F O (First-In First-Out) 型の制御がフレーム単位で行われる。ただし、参照フレームが読み出されるときには、各参照メモリセット 118, 119 内の任意の参照フレームへのランダムアクセスが行われる。

【0031】参照メモリセット 118, 119 にそれぞれ一時保存される参照フレームの数 (言い換えれば、参照メモリセット 118, 119 にそれぞれ含まれる参照メモリの数) は、次に示す 2 つの方法の何れかにより設定される。

【0032】第 1 の参照フレーム数設定方法では、符号化の方法あるいはプロファイルやレベルといった符号化仕様に依拠して、予め各階層の予測グループに属する参照フレームの最大フレーム数を個別に定める。動画像符号化装置及び動画像復号化装置においては、こうして予め定められた最大フレーム数の参照フレームを予測グループ毎に確保して符号化及び復号化を行う。この場合、符

号化仕様を動画像符号化装置及び動画像復号化装置で一致させることにより、必要な数の参照フレームを自動的に確保することが可能である。

【0033】第 2 の参照フレーム数設定方法では、符号化の方法あるいはプロファイルやレベルといった符号化仕様に依拠して、各階層の予測グループに属する参照フレーム数の総和を予め規定し、各階層の予測グループにどれだけの参照フレーム数を割り当てるかという配分に関する情報、すなわち最大フレーム数を示す情報を符号化データ 106 のヘッダ情報として符号化する。

【0034】このように第 2 の参照フレーム数設定方法では、符号化側で各階層の予測グループにそれぞれ最適な参照フレームの最大フレーム数を動的に割り当て、その割り当てた最大フレーム数を示す情報を符号化することで、符号化側と復号化側で各階層の予測グループに属する参照フレームの最大フレーム数を動的に一致させることが可能となる。従って、各階層の予測グループに属する参照フレームの最大フレーム数の割合を入力動画像信号 100 の画像の性質の変化に応じて最適に変更することにより、符号化効率を向上させることが可能となる。

【0035】(復号化側について) 図 3 は、本実施形態に係る図 1 に示した動画像符号化装置に対応する動画像復号化装置の構成を示すブロック図である。図 4 は、動き補償予測フレーム間符号化に対応する復号化に関する概略的な手順を示すフローチャートである。図 3 に示す動画像復号化装置も、ハードウェアで実現してもよいし、ソフトウェアにより実行してもよく、また一部の処理をハードウェアで実現し、他の処理をソフトウェアにより行ってもよい。

【0036】図 3 に示す動画像復号化装置には、図 1 に示した動画像符号化装置から出力された符号化データ 106 が、図示しない蓄積媒体または伝送媒体を介して入力される。入力された符号化データ 200 は、可変長復号化器 214 により可変長符号の復号化が行われ、量子化 DCT 係数データ 201 とサイド情報 202 が出力される。量子化 DCT 係数データ 201 は、逆量子化器 215 及び逆 DCT 変換器 216 を経て復号されることにより、予測誤差信号が再生される。

【0037】一方、サイド情報 202 としてマクロブロック毎に符号化された動きベクトルと、符号化対象フレーム毎に所属する予測グループを識別するインデックス (第 1 の識別情報)、及び参照フレームを特定するインデックス (第 2 の識別情報) が復号化される (ステップ 21)。これらのサイド情報に従って、符号化時と同様に参照フレームの選択及び動き補償が行われることにより予測画像信号 203 が生成される。

【0038】すなわち、符号化対象フレーム毎に所属する予測グループを識別するインデックス (第 1 の識別情報) と参照フレームを特定するインデックス (第 2 の識

別情報)に従って参照フレームが選択され(ステップS22)、この選択された参照フレームを用いて動き補償予測フレーム間符号化の結果が復号化される(ステップS23)。さらに、予測画像信号203と逆DCT変換器216からの予測誤差信号が加算されることにより、復号化画像信号204が生成される。

復号化画像信号204である復号化済みフレームは、該復号化済みフレームの元となった符号化済みフレームが所属する予測グループに応じて、第1及び第2の参照メモリセット219の何れか一方に一時保存され、参照フレームとして用いられる(ステップS24)。これらの参照メモリセット218、219は、動画像符号化装置と同様にFIFO型の制御が行われる。ここで、各階層の予測グループに属する参照フレームの数については、先の動画像符号化装置において説明した第1または第2の参照フレーム数設定方法に従って設定される。

【0039】すなわち、第1の参照フレーム数設定方法に従って符号化仕様に依拠して予め各階層の予測グループに属する参照フレームの最大フレーム数を個別に定めている場合には、各階層の予測グループに属する参照フレームの数は符号化仕様毎に固定の値とされる。また、第2の参照フレーム数設定方法に従って符号化仕様に依拠して各階層の予測グループに属する参照フレーム数の総和を予め規定し、各階層の予測グループに参照フレームの最大フレーム数を割り当てている場合には、参照フレームの総和のみ固定で、符号化データのヘッダ情報から復号化される参照フレームの最大数を示す情報に基づいて動的に各階層の予測グループに属する参照フレームの数が制御される。

【0040】図5は、図1に示した動画像符号化装置における動き補償予測器111、及び図3に示した動画像復号化装置における動き補償予測器211として用いられる動き補償予測器の詳細な構成を示したものである。前述した通り、符号化あるいは復号化すべきフレームが属する階層の予測グループに応じて、使用可能な参照フレームが異なる。図5におけるフレームメモリ302から304は、1つの階層の予測グループに属する符号化フレームに対する参照フレームとして使用可能な参照フレームを保存しているものとする。

【0041】この動き補償予測器では、マクロブロック毎に使用可能な参照フレームの中から1つを選択するか、あるいは線形予測器301により使用可能な参照フレームの線形和をとってその線形和による予測の何れかを選択し、動き補償を行って予測マクロブロックを生成する。

【0042】動画像符号化装置では、予測誤差が小さく符号化効率の最も高い予測マクロブロックが選択されるように、参照フレーム及び動きベクトルがマクロブロック毎に選択される。選択された参照フレームの情報及び動きベクトルの情報は、マクロブロック毎に符号化され

る。

【0043】動画像復号化装置では、受信した動きベクトル及び参照フレームの情報に応じて動き補償器で予測マクロブロックを生成し、復号化を行う。線形和による予測を行う場合は、線形予測係数に関する情報を符号化データのヘッダ情報として符号化を行い、符号化と復号化で線形予測係数を一致させる。

【0044】図6及び図7は、従来のMPEG動画像符号化におけるフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図である。横軸は時間を示しており、I0、P1、P2等は表示順のフレームを示している。例えば、I0はIピクチャでフレーム番号が0番、P1はPピクチャでフレーム番号が1番、B2はBピクチャでフレーム番号が2番ということをそれぞれ示している。図中の矢印はフレーム間の予測構造を示しており、参照フレームから符号化対象フレームへの向きを示している。例えば、図6において符号化対象フレームP1に対して、I0が参照フレームであることを示している。以下、図6及び図7のそれぞれの例について詳しく説明する。まず、図6はIピクチャ及びPピクチャのみから構成される予測構造を示している。MPEG符号化では、Pピクチャは直前に符号化されたIピクチャまたはPピクチャのみを参照フレームとする。図中FM1及びFM2は、復号化における参照メモリ(フレームメモリ)の使い回しを示している。ここで、各フレームは1フレーム期間かけて復号化するものとする。

【0045】I0の復号化は、図中I0フレームからP1フレームまでの間の期間に行われるものとし、復号化画像信号は参照メモリFM1に順次書き込まれ、次にP1の復号化が終了するまで参照メモリFM1に保存される。P1の復号化は、参照メモリFM1に保存されたI0フレームを参照フレームとして行われ、復号化されたP1フレームは順次参照フレームFM2に書き込まれ、次にP2の復号化が終了するまでFM2に保存される。P2の復号化は、参照メモリFM2に保存されたP1フレームを参照フレームとして行われ、復号化されたP2フレームは参照メモリFM1に既に保存されたI0フレームを上書きしながら書き込まれる。以上のように、Iピクチャ及びPピクチャから構成される符号化データの復号化は2フレーム分の参照メモリを用いて行われる。

【0046】図7は、従来のMPEG動画像符号化でBピクチャを含む場合の例である。Bピクチャは、後方フレームからの予測も用いられるため、表示順と異なる順序にフレームの並べ替えが行われ、符号化及び復号化が行われる。図7の上段は表示順のフレーム及びフレーム間予測構造を示し、下段は符号化及び復号化におけるフレーム順を示している。FM1及びFM2は復号化における参照メモリの使い回しを示している。

【0047】図7に示すフレーム間予測構造を持つ符号化データの復号化時には、まずI0フレームが復号化さ

れ、参照メモリF1に書き込まれる。続いて、参照メモリFM1に保存された復号化されたI0フレームを参照フレームとしてP3フレームの復号化が行われ、復号化されたP3フレームは参照メモリFM2に書き込まれる。次に、参照メモリFM1に保存された復号化されたI0フレームを前方予測の参照フレームとし、また参照メモリFM2に保存された復号化されたP3フレームを後方予測の参照フレームとして、BピクチャB1及びB2の復号化が順次行われる。次に、P6フレームが参照メモリFM2に保存されたP3フレームを参照フレームとして復号化され、復号化されたP6フレームは参照メモリFM1に既に保存されたI0フレームを上書きしながら書き込まれる。Bピクチャは、参照フレームとしては用いられないため、Bピクチャの復号化画像は参照メモリには保存されず、順次出力して表示される。

【0048】Iピクチャ及びPピクチャの復号化時は、参照メモリに保存されている1つ前のIピクチャまたはPピクチャが出力され表示される。例えば、P3のデコード時には参照メモリFM1に保存されたI0が表示され、P6のデコード時には参照メモリFM2に保存されたP3が表示される。このようにIピクチャ及びPピクチャの表示を1周期遅らせることで、復号化順が正しい表示順に並べ替えられる。以上のように、Bピクチャを含む場合においても、2フレームの参照フレームで復号化が行われる。

【0049】図8から図13は、本実施形態におけるフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図である。以下、それぞれの例について説明する。図8は、図6と同様にIピクチャ及びPピクチャから構成されるが、各フレームを予測グループaと予測グループbとの交互に切り替える例であり、予測グループbは予測グループaの上位階層とする。また、予測グループa及び予測グループbの参照メモリ数はそれぞれ1フレームであるとする。

【0050】図中Ia0、Pa2、Pa4で示されるように、サフィックスaの付加されたピクチャは予測グループaであることを示し、また、Pb1、Pb3、Pb5のようにサフィックスbの付加されたピクチャは予測グループbであることを示している。これらの予測グループの属性は、ピクチャタイプの拡張、または独立したインデックスとして符号化対象フレームのヘッダ情報として符号化される。予測グループaに属する符号化対象フレームは、予測フレームaに属する既に復号化されたフレームのみを参照フレームとして用いることが可能であり、また、上位階層の予測フレームbでは、既に復号化された予測グループa及び予測グループbの何れかに属する1フレームまたは両方の復号化フレームの線形和を用いて予測画像を生成することが可能である。

【0051】各階層の予測グループともに1フレームの参照メモリを持っているため、予測グループaの符号化

対象フレームの参照フレーム数は最大1フレームとなり、予測グループbの符号化対象フレームの参照フレーム数は最大2フレームが使用可能である。例えば、予測グループaに属するPa2フレームは、復号化されたIa0フレームのみを参照フレームとして用いるが、予測グループbに属するPb3は、予測グループaに属する復号化されたPa2フレームと、予測グループbに属する復号化されたPb1フレームの2フレームを参照フレームとして用いる。

【0052】図8において、FM1、FM2及びFM3は図6あるいは図7と同様の物理的な参照メモリの使い回しを示している。また、DEC、REFa及びREFbはそれぞれ論理的な参照メモリの使い回しを示している。換言すると、DEC、REFa及びREFbは仮想アドレスで表現したフレームメモリであり、FM1、FM2及びFM3は同フレームメモリを物理アドレスで表現したものである。仮想アドレス表現では、DECは現在復号化中のフレームを一時保存するためのフレームメモリであり、またREFa及びREFbはそれぞれ予測グループa及び予測グループbの参照メモリを示している。従って、REFaには復号化された予測グループaに属するフレームが順次一時保存され、REBbには復号化された予測グループbに属するフレームが順次一時保存される。

【0053】図8の例では、例えば上位階層の予測グループbに属する符号化対象フレームを破棄して、予測グループaに属するフレームのみを復号化することが可能である。この場合、必要な参照メモリ数は、現在復号化中のフレームを一時保存するためのフレームメモリDECと、予測グループaの参照メモリREFaの2フレーム分があれば復号化が可能である。

【0054】予測グループaに属するフレームのみを復号化することで、フレーム周期を半分にした復号化を予測構造に破綻をきたすことなく行うことができる。例えば、予測グループaに属する復号化フレームを2倍のフレームレートで再生することで、滑らかな早送り再生を行うことが可能である。また、映像ストリーミング等において伝送路の帯域幅が時間変動する場合に、通常は全ての符号化データを送出し、伝送路の有効帯域幅が低下した場合は、予測グループbに属する符号化データを破棄して、下位階層の予測グループaに属する符号化データのみを送出しても、受信側では破綻無く再生することが可能である。

【0055】図9は、図8の例を変形した例であり、予測グループaに属するフレームの間に予測グループbに属するフレームが2フレーム挿入された予測構造であり、また各階層の予測グループの参照メモリ数は何れも1フレームである。この場合も、図8と同様に3フレーム分のフレームメモリを使いまわすことで、図6と同様の復号化を行うことが可能である。図9の例では、例え

ば予測グループaのフレームのみを復号化し、符号化されたフレームを本来のフレームレートで再生することで、滑らかな3倍速再生を行うことも可能である。

【0056】図10では、図6と同様にIピクチャ及びPピクチャから構成され、また、予測グループはa、b、cの3階層とし、入力フレーム4フレーム毎に予測グループaのフレームが割り当てられ、予測グループaのフレーム間に予測グループbの1フレームと予測グループcの2フレームが配置された予測構造としている。

【0057】各階層の予測グループa、b、cの参照フレーム数はそれぞれ1フレームであり、a、b、cの順で階層が上がるものとする。つまり、予測グループaに属するのフレームは、復号化された予測グループaの1フレームのみを参照フレームとし、予測グループbに属するのフレームは、復号化された予測グループa及び予測グループbの2フレームを参照フレームとし、予測グループcに属するのフレームは、復号化された予測グループa、b及びcの3フレームを参照フレームとして用いることができる。

【0058】図10において、DEC、REFa、REFb及びREFcは復号化フレームの一時保存フレームメモリ、予測グループaの参照フレーム、予測グループbの参照フレーム、及び予測グループcの参照フレームを示す論理的なフレームメモリの使い回しを示すものであり、またFM1、FM2、FM3及びFM4は、上記4フレーム分のフレームメモリの物理的な使い回しを示している。各階層の予測グループ毎に、直前に復号化された1フレームが、参照メモリREFa、REFb及びREFcに一時保存され、また、現在復号中のフレームは復号化フレームメモリDECに書き込まれる。

【0059】図10の構成では、予測グループが3階層で構成されるため、予測グループc以下の全ての符号化フレームを復号化すると通常の再生が行われ、また予測グループb以下の符号化フレームを復号化すると、通常の1/2のフレームが復号化され、また予測グループaの符号化フレームのみを復号化すると、通常の1/4のフレームが復号化されることになる。また、上記何れの復号化においても、予測構造の破綻は発生せずに、正常に復号化画像を生成することが可能である。復号化する階層を動的に制御することで、滑らかな可変速の早送り再生を実現したり、あるいは送出する階層を動的に制御することで、送出ビットレートを動的に変更することが可能となる。

【0060】図11では、図7と同様にIピクチャ、Pピクチャ及びBピクチャから構成され、Iピクチャ及びPピクチャを予測グループaとし、Bピクチャを予測グループbとしている。予測グループbは予測グループaの上位階層とする。また、予測グループaの参照メモリ数は2フレーム、予測グループbの参照メモリ数は1フレームである。図11の例では、予測グループaのIピ

クチャ及びPピクチャの参照メモリ数を2フレームとしているので、Pピクチャにおいて、直前に符号化あるいは復号化されたIピクチャまたはPピクチャと、さらにその前に符号化された符号化あるいは復号化されたIピクチャまたはPピクチャの2フレームを参照フレームとして用いることが可能である。また、Bピクチャにおいては、予測グループbが参照フレームを1フレーム持つため、直前に符号化あるいは復号化されたBピクチャ1フレームを参照フレームとし、さらに下位階層の予測グループである過去2フレームのIピクチャ及びPピクチャと合わせて、3フレームの参照フレームを用いることが可能である。

【0061】図8から図10と同様に、FM1、FM2、FM3及びFM4が物理的なフレームメモリの使い回しを示しており、DEC、REFa1、REFa2及びREFbが論理的なフレームメモリの使い回しを示している。DECは復号化中のフレームの一時保存フレームメモリであり、REFa1及びREFa2は予測グループaの2フレーム分の参照メモリであり、REFbは予測グループbの1フレーム分の参照メモリを示している。

【0062】図11におけるIdx0、Idx1及びIdx2は、復号化中のフレームの参照フレームを特定するためのインデックスを示している。例えば、Pa6フレームの復号化においては、予測グループaに属する直前の2フレームPa3、Ia0が参照フレームの候補であり、参照フレームのインデックスは符号化対象フレームに時間的に近いものから順次番号を割り当てる。参照フレームを示すインデックスは、マクロブロック毎に符号化するものとし、マクロブロック毎に参照フレームの選択が行われる。インデックス0のマクロブロックは、直前のIピクチャまたはPピクチャから予測画像が生成され、インデックス1のマクロブロックは、2つ前のIピクチャまたはPピクチャから予測画像を生成する。また、直前のIピクチャまたはPピクチャ、及び2つ前のIピクチャまたはPピクチャの線形和によって予測画像を生成する場合、インデックス0及びインデックス1の組み合わせであることを識別するインデックスがマクロブロックのヘッダ情報として符号化される。

【0063】さらに、図11におけるBWrefはBピクチャにおける後方予測の参照フレームを示している。図11の例では、例えばBb1及びBb2の後方参照フレームはPa3、Bb4及びBb5の後方参照フレームはPa6となる。後方予測の参照フレームは、フレーム並べ替えの制約から、直前に符号化あるいは復号化されたIピクチャまたはPピクチャに制限されるため、参照フレームは一意に決定される。従って、後方予測の参照フレームBWrefについては、ヘッダ情報として符号化する必要はない。

【0064】また、Bピクチャにおける前方予測については、図11の例では最大2フレームの中から選択可能

10

20

30

40

50

である。例えば、Bb4の符号化及び復号化においては、時間的に直前のフレームであり予測グループaに属するPa3及び時間的にさらにその前のフレームであり予測グループbに属するBb2を参照フレームとして用いることが可能であり、マクロブロック毎に何れの参照フレームを選択されたか、あるいは両者の線形和に予測を行うかを示すインデックスが符号化される。Bb5についても同様に、Bb4及びPa3の2種類が参照フレームとして用いられる。

【0065】参照フレームのインデックスは、符号化対象フレーム毎に前方予測の参照フレームとして使用可能な参照フレームに対して、時間的に近いものから順次番号を振る。図11の例では、Pピクチャの符号化及び復号化においては参照メモリに保存されているIまたはPピクチャを時間順に並べて番号を振る。Bピクチャの符号化及び復号化においては、後方予測の参照フレームとして用いられる直前に符号化あるいは復号化されたIピクチャまたはPピクチャを除く、参照メモリに保存されている全ての参照フレームを時間順に並べて番号を振る。図11におけるI dx0及びI dx1は、上述ルールに従って生成したインデックスである。

【0066】図12は図11の例の拡張であり、予測グループbつまりBピクチャについても参照フレーム数を2フレームに設定し、総フレームメモリ数を5フレームとした場合を示している。FM1~FM5は、物理的な参照フレームの使い回しを示しており、DECは復号化時の一時保存バッファ、REF a1及びREF a2は予測グループa、すなわちIピクチャ及びPピクチャの参照メモリ、REF b1及びREF b2は予測グループb、すなわちBピクチャの参照メモリの論理的な使い回しをそれぞれ示している。また、I dx0、I dx1及びI dx2は前方予測における、参照フレームインデックスの割り付け、BWrefはBピクチャにおける後方予測の参照フレームをそれぞれ示している。図11の例と同様に前方予測における参照フレームインデックスは、マクロブロック毎にヘッダ情報として符号化される。

【0067】図8から図12の例では、各階層の予測グループの参照メモリ数は固定としたが、参照フレーム数の総数が一定の下で、各階層の予測グループの参照メモリ数の配分を動的に変更する構成としてもよい。例えば、図8の構成であるタイミングで予測グループbの参照メモリ数を0として、同時に予測グループaの参照メモリ数を2とする再配分を行い、その配分変更を符号化データのヘッダ情報で符号化側から復号化側へ通知する構成とすればよい。その際、符号化側では予測グループaのフレームについては、予測グループaの過去2フレームからの予測を使用可能とし、また、予測グループbのフレームについては、予測グループbの過去のフレームからの予測は禁止し、予測グループaの過去2フレームからの予測を行うように、動き補償予測の選択を制御す

る。

【0068】図13は、図8の例に対して上記のように参照メモリ数の配分を変化させた場合の予測構造及びフレームメモリの使い回しを示している。このようにすることで、限られた参照フレーム数の中で入力動画像に適した最適な予測構造を動的に設定することが可能となり、予測効率の向上させて高能率の符号化を行うことが可能となる。

【0069】

10 【発明の効果】以上説明したように、本発明によればフレーム間予測構造を複数の階層化された予測グループ構造とし、上位階層の予測グループの参照フレームからのフレーム間予測を禁止し、また総参照フレーム数が一定の下で各階層の予測グループの参照フレーム数を動的に変化させることで、符号化効率を従来より向上させ、かつより自由度の高い早送り再生を可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】本発明の一実施形態に係る動画像符号化装置の構成を示すブロック図

【図2】動画像符号化における動き補償予測フレーム間符号化に関する主要な処理の流れを示す図

【図3】本発明の一実施形態に係る動画像復号化装置の構成を示すブロック図

【図4】動画像復号化における動き補償予測フレーム間符号化結果の復号化に関する主要な処理の流れを示す図

【図5】同実施形態に係る動画像符号化装置及び動画像復号化装置で用いられる動き補償予測器の構成例を示すブロック図

30 【図6】従来のMP EG動画像符号化におけるフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図

【図7】従来のMP EG動画像符号化におけるフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図

【図8】本発明の一実施形態に係るフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図

【図9】本発明の一実施形態に係るフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図

【図10】本発明の一実施形態に係るフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図

40 【図11】本発明の一実施形態に係るフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図

【図12】本発明の一実施形態に係るフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図

【図13】本発明の一実施形態に係るフレーム間予測構造及び参照メモリ制御の例を示す図

【符号の説明】

100…入力動画像信号

101…予測誤差信号

102…量子化DCT係数データ

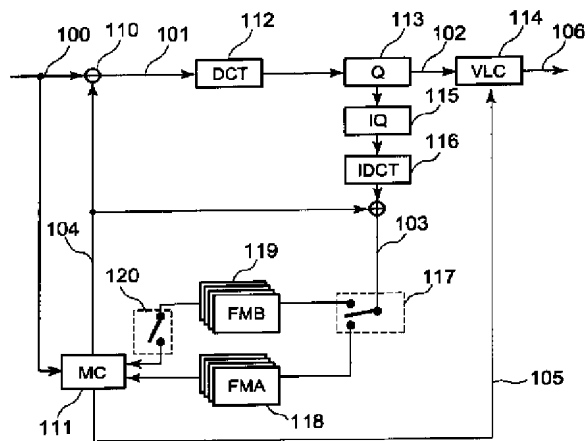
50 103…局部復号化画像信号

104…予測画像信号
 105…サイド情報
 106…符号化データ
 111…動き補償予測器
 112…DCT変換器
 113…量子化器
 114…可変長符号化器
 115…逆量子化器
 116…逆DCT器
 117…参照フレーム書き込み制御スイッチ
 118, 119…参照メモリセット
 120…参照フレーム読み出し制御器
 200…符号化データ
 201…量子化DCT係数データ

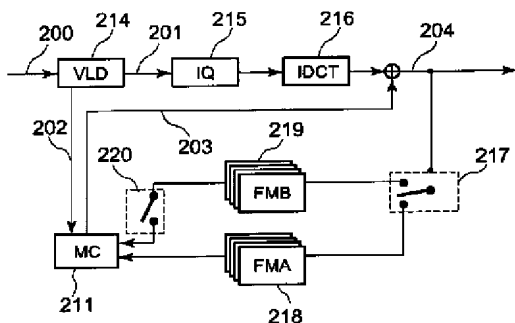
*

* 202…サイド情報
 203…予測画像信号
 204…復号化画像信号
 211…動き補償予測器
 214…可変長復号化器
 215…逆量子化器
 216…逆DCT変換器
 217…参照フレーム書き込み制御スイッチ
 218, 219…参照メモリセット
 220…参照フレーム読み出し制御スイッチ
 300…予測マクロブロック選択器
 301…線形予測器
 302, 303, 204…参照メモリ

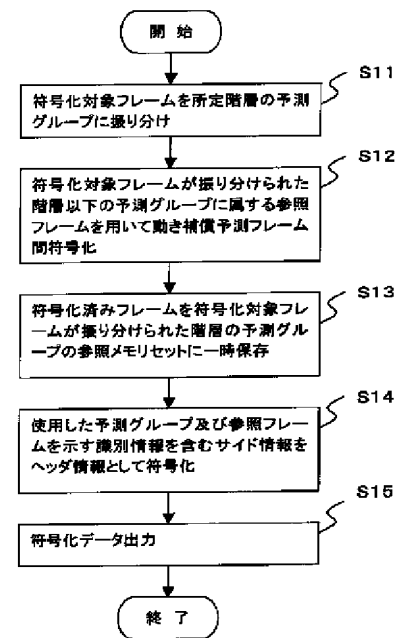
【図1】



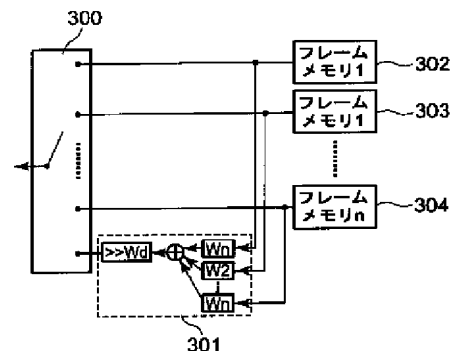
【図3】



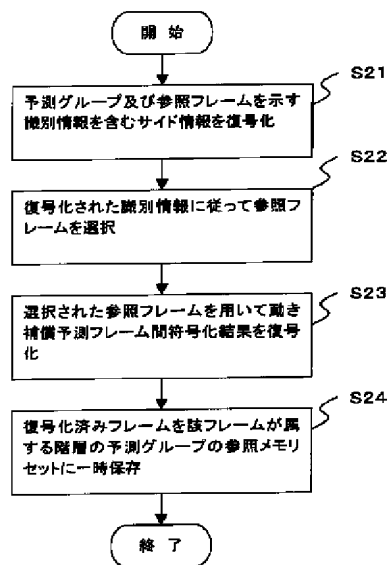
【図2】



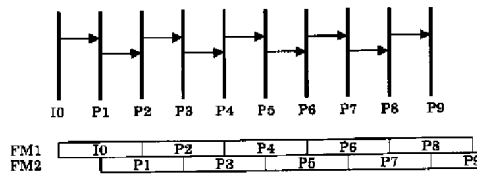
【図5】



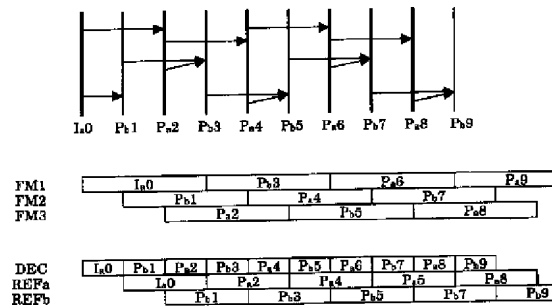
【図4】



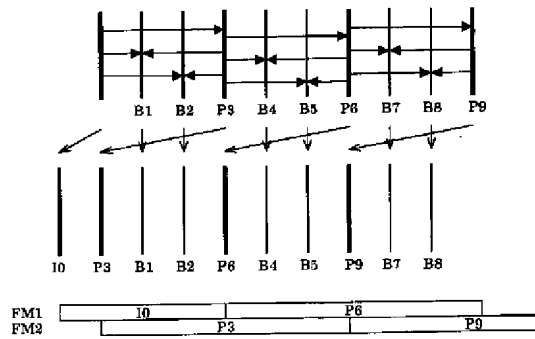
【図6】



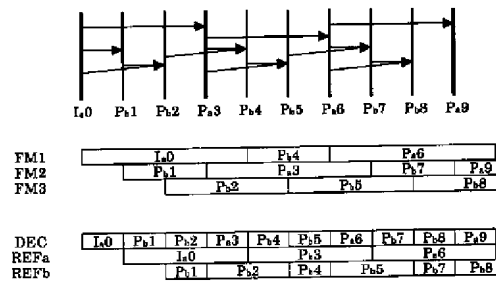
【図8】



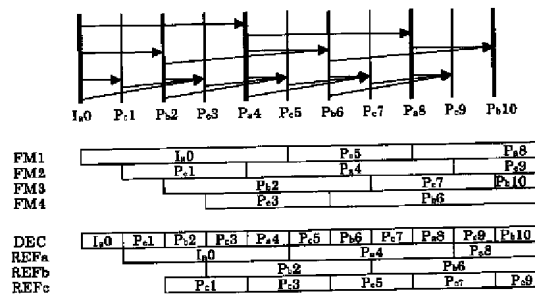
【図7】



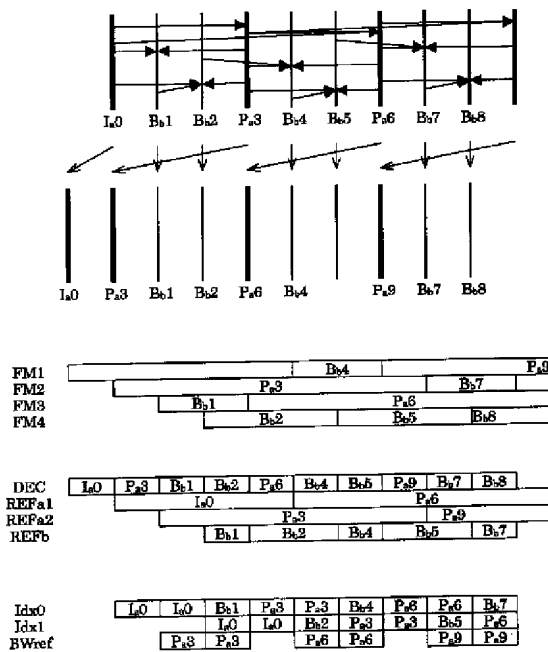
【図9】



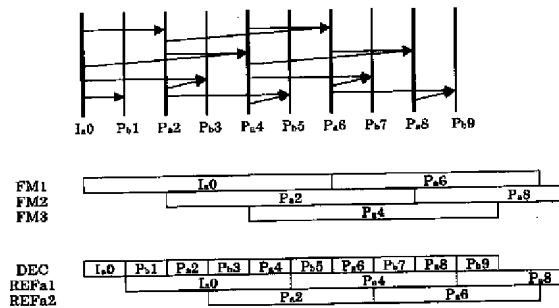
【図10】



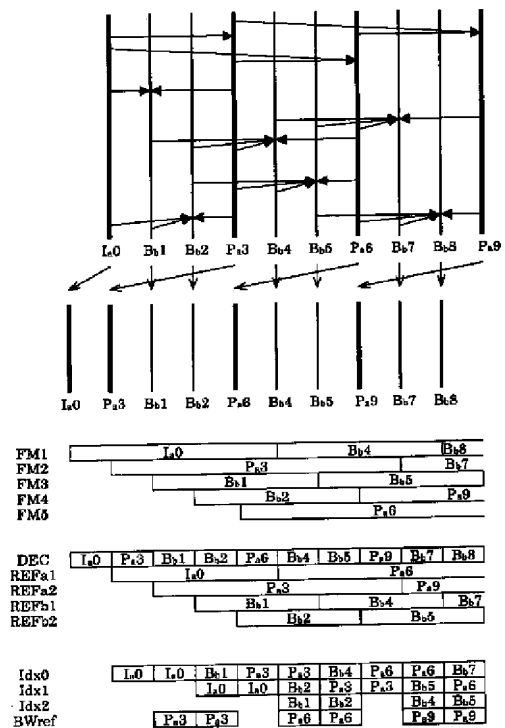
【図11】



【図13】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 菊池 義浩
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
 式会社東芝研究開発センター内

F ターム(参考) 5C053 GB22 GB37
 5C059 MA00 MA05 MA14 MA23 MC11
 MC38 ME01 PP05 PP06 PP07
 RB09 RC11 RC12 RC40 SS17
 TA73 TB04 TC00 TC27 TC36
 UA02 UA05 UA33 UA35 UA36
 5J064 AA02 BA09 BA16 BB03 BB13
 BC01 BC08 BC14 BC16 BD01